Aus der bakteriologisch-hygienischen Abteilung der Militärärztlichen Akademie zu Berlin unter Leitung von Oberstarzt a. D. Dozent Dr. Brekenfeld.

Eindringungsgeschwindigkeit von verschiedenen Bakterien in Organe und Muskeln.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Medizinischen Doktorwürde

an der

Friedrich-Wilhelms-Universität

zu Berlin.

Vorgelegt von

Herbert Ebell

Osnabrück

August 1939.

Buchdruckerei und Verlag Friedrich Obermeyer, Osnabrück

1 282

Gedruckt mit Genehmigung
der
Medizinischen Fakultät der Universität Berlin

Dekan: Professor Hoppe
Referent: Dozent Dr. Brekenfeld
Korrefent: Professor Zeiss

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Durch das Eindringen von pathogenen Keimen, besonders Fleischvergiftern, in Fleisch sind von jeher zahlreiche Vergiftungen hervorgerufen worden. Sie sind durch die gesetzlichen Maßnahmen, die zu ihrer Verhütung erlassen wurden, sehr stark an Zahl zurückgegangen. Da aber diese pathogenen Bakterien nicht die einzigen sind, die im Fleisch vorkommen und sich dort vermehren, sondern auch andere Keime das Fleisch zum Genuß untauglich machen, versuchten wir festzustellen, wie für solche die Lebensbedingungen im Fleische sind.

Es wurden für die Versuche folgende 3 Bakterienarten gewählt: Bact. coli commune, Bact. staphylococcus pyogenes aureus und Bact. proteus vulgaris, die als überall vorkommende Bakterienarten leicht mit dem Fleisch in Berührung kommen können. Wir stellten uns als Aufgabe, an verschiedenen Fleischarten (Organe und Muskeln) und bei verschiedenen Temperaturen festzustellen, wie groß ihre Eindringungsgeschwindigkeit und Vermehrung ist, welchen Weg sie nehmen, d. h. welche Gewebsbestandteile sie vornehmlich als Nährboden benutzen, und wie stark die Veränderungen des Gewebes dabei sind.

Eine Verunreinigung des Fleisches mit den genannten Keimen kommt beim Schlachten der Tiere und bei der späteren Verarbeitung leicht vor. Es hängt dann von verschiedenen Umständen ab, ob und wie sie sich vermehren und welche Veränderungen sie dabei im Fleisch hervorrufen. So werden kleine Fleischstücke, sog. Gulaschfleisch (Knochenschabsel usw.) und anderer Abfall bei Zimmertemperatur verhältnismäßig schnell zersetzt und können bei ihrer Verarbeitung zu Wurst zum schnellen Verderben derselben führen. Größere Stücke sind durch das sie umhüllende Bindegewebe und derbe Fascien gegen die Bakterien besser geschützt.

Die Versuche befaßten sich mit folgenden Muskeln und Organen: Beugemuskel der Hinterschenkel, Herz, Leber, Lunge und Niere. Diese wurden bei anderen Versuchen anfallenden ausgebluteten Kaninchen entnommen und 3 verschiedenen Temperaturen ausgesetzt, und zwar im Kühlschrank bei 4—5° C, im Zimmer bei 18—22° C, und im Brutschrank bei 37° C.

Das vorhandene Schrifttum beschäftigt sich teils mit dem in einer Schlachterei gekauften Fleisch ohne weitere künstliche Infizierung, teils mit Fleisch, das, steril entnommen, für die Versuche mit bestimmten Bakterien beimpft wurde. Die Ergebnisse waren sehr verschieden und von einigen Faktoren abhängig, aber hauptsächlich von der Art der Bakterien, des Fleisches und der Temperatur. Die Arbeiten der hier angeführten Autoren beschäftigen sich vielfach mit den gleichen Bakterienarten.

So hat *Basenau* (1) festgestellt, in welcher Zeit pathogene Bakterien in die Tiefe von Fleisch zu wuchern vermögen. Er impfte ein Stück frisches Fleisch oberflächlich mit einigen Tropfen einer Bouillon von Bact. morbificans bovis und hielt dasselbe in einem feuchten Raum bei 13—15° C. Nach 48 Stunden gelang es ihm, in 6 cm Entfernung von der Impfstelle Bakterien nachzuweisen. Bei einem weiteren Fleischstück impfte er 2 cm unter der Oberfläche und ließ es bei derselben Temperatur stehen. Nach 30 Stunden waren Bakterien in 4 cm und nach 54 Stunden in 6 cm Entfernung nachzuweisen. Ein drittes Stück wurde geimpft und ein viertes daraufgelegt, und im letzteren nach 48 Stunden in 6 cm Entfernung Bakterien angetroffen.

L. Meyer (2) hat durch planmäßige Untersuchung festgestellt, wie weit verschiedene Bakterien bei mittlerem Feuchtigkeitsgehalt der Luft und Zimmertemperatur von 15—18° C von der Oberfläche eines 1—1,5 kg schweren Fleischstückes aus ins Innere einzudringen vermögen. Er impfte die Oberfläche mit einer Öse Bakterienkultur und entnahm 1 cm dicken Horizontalschnitten etwas Gewebsflüssigkeit zum Verimpfen auf Lackmusmilchzuckeragar. In das von ihm benutzte Kuhfleisch wuchsen die Bakterien ein und zwar:

Bact. coli commune	in 48	Stunden	5	cm	weit,
„ lacti aerogenes	„ 48	„	4	„	„
„ prodigiosus	„ 44	„	2	„	„
„ fluoresc. liqef.	„ 24	„	4	„	„
„ paratyphus B	„ 24	„	11	„	„
„ enteridis Gärtn.	„ 48	„	14	„	„.

Hinsichtlich der Konzentration in den einzelnen Schichten konnte keine Gesetzmäßigkeit gefunden werden, auch nicht hinsichtlich der oberflächlichen Keimmengen, die die Invasionsfähigkeit beeinflussen können.

Amako (3) strich einige Ösen einer 24stündigen Bouillonkultur von Bact. paratyphus B auf der Oberfläche 2 kg schwerer Fleischstücke aus und legte sie in Sublimatlösung, um ein seitliches Überwachsen zu verhindern. Die Oberfläche ragte dabei 1—1,5 cm darüber hinaus. Er bewahrte je 3 Proben im Eisschrank, bei Zimmertemperatur und im Brutschrank auf. Die durchwanderte Strecke prüfte er nach 1,6 und 24 Stunden durch Horizontalschnitte

von 1 cm Dicke und sterilem Abschaben. Die Bact. paratyphus B waren in das frische Rindfleisch eingedrungen und zwar:

	in 1 Stunde	in 6 Stunden	in 24 Stunden
bei 0° C	—	0,5 cm	1 cm
„ 18° C	0,5 cm	1 „	3 „
„ 37° C	1 „	3 „	8 „.

Die Farbe, Geruch und Aussehen blieben normal.

Zwick und *Weichel* (4) stellten den großen Unterschied fest, der zwischen dem Eindringen von Fleischvergiftern besteht, wenn sie entweder auf frischen Muskelschnittflächen oder auf mit leicht eingetrockneten Fascien bedeckte Muskelstücke gebracht werden. So waren die letzteren nach 36—48 Stunden unter der Fascie völlig steril.

Mayer (5) konnte bei sehr heißer Witterung im Fleisch in 1,5—2 cm Tiefe regelmäßig, spätestens nach 2 Tagen besonders entlang dem lockeren Bindegewebe, Bakterien in mehr oder minder großer Zahl nachweisen. Eine Regelmäßigkeit in der Zunahme des Keimgehaltes konnte er in denselben Zeiträumen nicht feststellen. Die Ausgangszahlen waren je nach den gewählten Stellen verschieden.

Zeller und *Beller* (6) fanden zwischen den einzelnen Fleischarten außerordentliche Schwankungen im Keimgehalt und der Tiefe des Eindringens. Die Strukturen und das Alter des Fleisches sind hierbei von Einfluß. Schweinefleisch wies einen verhältnismäßig hohen Keimgehalt auf gegenüber Ochsen- und Bullenfleisch, wobei das Bullenfleisch noch das festere Ochsenfleisch um das 10 fache im Keimgehalt übertraf. Sie fanden, daß der Keimgehalt im Inneren bei gewissen Fleischarten nahezu ihrem Oberflächenkeimgehalt parallel geht. So wies Ochsenfleisch nach 8 Tagen Aufbewahrung im Kühlraum an der Oberfläche 690 000 Keime und in der Tiefe 2 Keime pro cbcm auf, Bullenfleisch nach derselben Zeit oberflächlich 8 775 000 und in der Tiefe 20 Keime pro cbcm auf. Schweinefleisch in kleineren Stücken zeigte dagegen ein anderes Verhalten. Die Zahl von 2 bis 9,7 Millionen war nach 2tägiger Aufbewahrung außen und innen fast gleich. Auch ein weiteres Stück Ochsenfleisch verhielt sich anders. Es hatte oberflächlich 11 660 000 Keime pro cbcm und war im Inneren nahezu steril. Die Verfasser machten die Beobachtung, daß die Zahl der Bakterien bei der 4stündigen anschließenden Aufbewahrung an der Luft zurückging und glauben, dies auf ein Freiwerden von baktericiden Kräften zurückführen zu können.

Marxer (7) benutzte bei seinen Versuchen bei Zimmertemperatur einen Schweineschinken. Seine Ergebnisse für die 3 auch in dieser Arbeit verwandten Bakterienarten waren für 340 mg Substanz:

nach	7	Tagen	in	0,5	cm	Tiefe	0 Kolonien
„	8	„	„	0,5	„	„	1 „
„	10	„	„	0,5	„	„	545 „
„	12	„	„	0,5	„	„	12 000 „
„	16	„	„	2	„	„	10 800 „
„	20	„	„	3	„	„	64 800 „
„	22		durchsetzt.				

Die Geschwindigkeit betrug also etwa in 7 Tagen bis 1 cm, in 20 Tagen 2,5 — 3 cm.

Brekenfeld (8) beschreibt bei seinen Untersuchungen, daß die Bakterien längs den Bindegewebszügen in den Muskel eindringen. Nach 5 Tagen waren die bindegewebigen äußeren Anteile eines in Pökellake liegenden Fleischstückes bakteriell stark durchsetzt und nur geringe Mengen ins Innere eingedrungen. Bei der Lunge zeigten sich nach 14 Tagen im Innern Haufen von Bakterien und entlang den Bindegewebssträngen Durchsetzung mit Einzelbakterien. Nach 3 Wochen waren auch bei Kalbfleisch Bakterien an einzelnen Stellen tiefer ins Innere zwischen die kleinsten Muskelbündel vorgedrungen. Bei Rindfleisch war dies in geringerem Maße der Fall. Selten waren die Bakterien ins Innere von Muskelfasern gelangt.

Grunt (9) erkannte in der Nackenmuskulatur mit ihrem lockeren Gefüge einen günstigen Nährboden für die Bakterien. Er brannte 8 Minuten nach künstlicher Infektion mit Fleischvergiftern und Bact. coli com. oberflächlich ab (5 mm) und fand unter der abgebrannten Zone die gleichen Bakterien wieder. Diese mußten also während der 8 Minuten mindestens in eine Tiefe von 5 mm eingedrungen sein, wobei zu beachten ist, daß jeder Druck auf die Oberfläche vermieden wurde. Denn durch mechanische Einwirkung können die Bakterien in das Fleisch hineingedrückt und nach Auspressen von Flüssigkeit und Nachlassen des Druckes mit der Flüssigkeit wieder eingesogen werden und auf diese Weise hohe Eindringungsgeschwindigkeiten erreichen.

Remmeler (10) erwähnt, daß Bakterien in Fleisch, das an der Luft oder zur Aufsaugung der austretenden Gewebsflüssigkeit in Kleie aufbewahrt wird, bei 15° C in 24 Stunden schnell einwandern. Er nennt folgende Werte: Für Bact. paratyphus B 11 cm, für Bact. enteritidis Gärtner 6 cm, für Bact. prodigiosus 5 cm.

Wie aus den vorgefundenen Angaben ersichtlich ist, besteht keine Einheitlichkeit hinsichtlich der Eindringungsgeschwindigkeit von Bakterien in Fleisch und Organe. So stellten wir uns die Aufgabe, zur Klärung dieser Frage beizutragen.

Die von den angegebenen Verfassern angestellten Versuche beschäftigen sich meist mit Fleisch oder Organarten bei Luftaufbewahrung in verschieden hohen Temperaturen. Um zufällige Faktoren, wie Luftfeuchtigkeit und Witterung auszuschalten und, um gleichbleibende Bedingungen zu haben, ließen wir das Ver-

suchsgut in einem verschließbaren Glas in einer Bakterienaufschwemmung hängen bzw. liegen. Diese Aufschwemmung wurde aus einer 24stündigen Bakterienkultur, in Bouillon oder von Schrägagar hergestellt, indem sie mit Aqua dest. auf 100 cbcm aufgefüllt wurde. Die Schrägagarkultur war zuvor mit 10 cbcm phys. Na Cl. Lösung abgeschwemmt worden.

Es wurden mit den 3 oben genannten Bakterienarten 3 Versuchsreihen angestellt. Die erste Versuchsreihe befaßte sich mit dem Bact. coli commune, die zweite mit dem Bact. staphylococcus pyogenes aureus, die dritte mit dem Bact. proteus vulgaris. Die Temperaturen waren 4 — 5° C (a), 18 — 22° C (b) und 37° C (c). Der Muskel und die Organe Herz, Leber, Lunge, Niere wurden einem kurz vor dem Versuch getöteten Kaninchen entnommen. Sie wurden nur bei der ersten Versuchsreihe an einem Faden in die Bakterienflüssigkeit gehängt, bei den beiden nächsten Versuchsreihen wurden 0,5 — 1 g schwere, etwa 1 cbcm großes Stückchen hineingelegt. Nach regelmäßigen Zeitabständen von 1, 3, 5, 7, 9 usw. Tagen wurden Probestückchen entnommen. Die Versuche dauerten je nach dem Fortschreiten der Zersetzung, die durch die Temperatur und die zersetzende Tätigkeit der Bakterien verschieden stark war, 3 — 17 Tage. Wenn die Fleischstücke zerfielen, wurde der Versuch beendet.

Von den früheren Bearbeitern ist zur Feststellung der zurückgelegten Entfernung die sogenannte Kulturmethode verwendet worden. Diese besteht darin, daß die entnommene Probe zerschüttelt oder austretender Gewebssaft benutzt werden, um nach Verdünnung auf einen geeigneten Nährboden verimpft zu werden. Die dabei wachsenden Kolonien werden ausgezählt und als Ergebnis auf 1 cbcm bzw. 1 g umgerechnet.

Wir wandten zur genaueren Bestimmung der zurückgelegten Entfernung, des eingeschlagenen Weges und der vorhandenen Anzahl der Bakterien die von *Brekenfeld* (11) für die Untersuchung von Hackfleisch ausgearbeitete bakterioskopische Methode an. Diese Methode ist der vorher geschilderten an Genauigkeit überlegen, da sie an den Schnitten im Mikroskop dem Auge den wirklich vorhandenen Zustand zeigt.

Die entnommenen Proben wurden zur Herstellung der histologischen Schnitte folgendermaßen behandelt: Sie wurden nacheinander je 24 Stunden in 10 %iger Formalinlösung gehärtet, in fließendem Wasser vom Formalin befreit, in aufsteigender Alkoholreihe (70 %, 96 %, Alk. abs.) entwässert und in Methyl-Benzoat-Zelloidin in ihrer Struktur gefestigt. Anschließend wurden die Proben durch ein halbstündiges Belassen in Benzol durchsichtig gemacht und zwecks Überführung in Paraffin ¾ Stunden bei 37° C in Benzol-Paraffin gelegt. Darauf verblieben sie ¾ Stunden in Paraffin mit einem Schmelzpunkt von 48° C. Nach weiteren 1,5 Stunden Aufenthalt in hartem Paraffin (Schmelzpunkt 54° C),

das sich zur Herstellung der Schnitte gut eignet, wurden die Präparate ausgebettet, d. h. in Blöcke gegossen. Von dem so vorbereiteten Material wurden je nach der Schnittfestigkeit 6 — 8 μ dicke Schnitte angefertigt, die verschiedenen Schichten entstammten, um einen Überblick über die gesamte Probe zu gewinnen. Zur Differenzierung der einzelnen Gewebsbestandteile und der eingedrungenen Bakterien wurden die Schnitte mit Methylenblau gefärbt und zur Aufbewahrung in Kanadabalsam eingebettet. Die Färbung machte einige Schwierigkeiten, da das Gewebe mit fortschreitender Zersetzung weniger Farbe annahm, so daß selbst nach stundenlangem Belassen in der Farbflüssigkeit ein Teil der Schnitte von stark zersetztem Fleisch ungefärbt blieb, was sich bei der Untersuchung unangenehm bemerkbar machte. Die mikroskopische Untersuchung wurde mit Ölimmersion bei etwa 900 facher Vergrößerung durchgeführt. Die Messung der Entfernung der am weitesten eingedrungenen Bakterien vom Außen-Rand geschah mit Hilfe eines beweglichen Objekttisches durch Ablesen des daran befindlichen Maßstabes oder durch Zählung der aneinander grenzenden Gesichtsfelder, deren Durchmesser 0,2 mm betrug. Die Zahl der eingedrungenen bzw. im Präparat vorhandenen Bakterien berechneten wir aus dem Durchschnitt von den in 25 Gesichtsfeldern gezählten Bakterien. Diese gefundene Zahl muß mit etwa 4 000 000 multipliziert werden, wenn man die in 1 cbcm befindliche Anzahl angeben will und einen Schnitt von 6 — 8 μ im Durchschnitt zu Grunde legt.

Die beobachteten Veränderungen des Gewebes wurden in Vergleich mit unbehandelten normalen Organen gesetzt.

Versuchsreihe I.

Die Versuchsreihe I befaßt sich mit der Untersuchung der Eindringungsgeschwindigkeit und den geweblichen Veränderungen durch das Bact. coli commune bei den 3 Temperaturen

a) Kühlschrank durchschnittlich 4 — 5° C,
b) Zimmertemperatur 18 — 22° C,
c) Brutschrank 37° C

und den Organen 1. Muskel, 2. Herz, 3. Leber, 4. Lunge, 5. Niere.

Die einem gut ausgebluteten Kaninchen entnommenen vollständigen Organe und der Beugemuskel des Hinterschenkels wurden mittels eines Fadens in eine Bakterienaufschwemmung gehängt, die bei Ia und Ic von einer 24stündigen Schrägagarkultur eines Laboratoriumsstammes durch Abschwemmen mit 10 cbcm physiologischer Kochsalzlösung gewonnen und mit Aqua dest. auf 100 cbcm aufgefüllt war. Die Zahl der in diesen Aufschwemmungen vorhandenen Keime betrug je 1 cbcm 25 534 000, was durch entsprechende Verdünnung und Einimpfung in Agar nach 24stündiger Bebrütung bei 37° C festgestellt wurde. Bei Ib

bestand die Kultur aus einem Bouillongemisch von 4 Colistämmen (24stündig), von dem 5 cbcm mit Aqua dest. auf 100 cbcm aufgefüllt wurden. Hier betrug die Konzentration je 1 cbcm 10440000 Keime. Der Zustand der Organe änderte sich nach und nach schon äußerlich sichtbar der Temperatur entsprechend. Die Veränderungen konnten später bei der mikroskopischen Untersuchung sehr deutlich erkannt werden. So war das Gewebe bei Ia (Kühlschrank) während des 14 Tage dauernden Versuches verhältnismäßig wenig verändert, die Organe nur verquollen und verfärbt. Bei Ib (18—22° C) waren sie nach 9 Tagen stark zersetzt und weich, so daß eine weitere Verarbeitung nicht möglich war. Bei Ic (37° C) setzte bereits am ersten Tag die Zersetzung unter übelriechender Gasentwicklung ein, so daß der Versuch über 3 Tage hinaus nicht fortgesetzt werden konnte. Die Leber war schon nach dem ersten Tag für die Fortsetzung des Versuches unbrauchbar.

Die nachfolgende mikroskopische Untersuchung ergab für

1. Muskel.

In histologischer Hinsicht:

Bei a (Kühlschrank): Nach 3 Tagen Eintritt von Wasser zwischen die einzelnen Muskelbündel, die zwar auseinander gedrängt wurden, aber von Sarkolemm umhüllt blieben. Am 7. Tag waren die Fibrillen leicht geschlängelt, nach 14 Tagen gequollen und verdickt, so daß sie nicht mehr zu unterscheiden waren. Die einzelnen Muskelfasern sahen fadenähnlich aus. An einigen Stellen lagen sie nach Auflösung des Sarkolemm regellos durcheinander.

Bei b (18—22° C) traten dieselben Vorgänge aber etwas früher (1. bzw. 5. Tag) auf. Die Auflösung war am 13. Tag weit fortgeschritten. Der größte Teil des Gewebes hatte jegliche Struktur verloren.

Bei c (37° C) war die Zerstörung des Sarkolemm schon nach 3 Tagen sehr weit gediehen, so daß wenig ursprüngliches Gewebe übrig war. Die Fibrillen hatten ihre Querstreifen verloren und waren zerfallen, wobei ein regelloser Rest übrig blieb.

In bakterioskopischer Hinsicht:

Die Bakterien bedienten sich an der Oberfläche auch des Sarkolemms als Weg zum Eindringen ins Innere, während sie sonst im allgemeinen das fasciale Bindegewebe bevorzugten. In diesen Fascienräumen gelangten sie zuerst in die Tiefe und verbreiteten sich von dort in das anliegende Sarkolemm. In einzelnen Muskelfasern waren vereinzelte Bakterien zu finden, und zwar bei 22° C nach 9 Tagen und bei 37° C nach 3 Tagen. Nach der Auflösung des Sarkolemm lagen sie vermehrt zwischen den Fibrillen.

Bei a (4—5° C) war in den ersten Tagen kein Wachstum vorhanden. Sehr vereinzelte Bakterien lagen am Rand des Sarkolemm. Nach 9 Tagen war ein etwas verstärktes Eindringen und nestförmige Vermehrung festzustellen.

Bei b (18—22° C) begannen die Bakterien nestartig einzuwachsen und hatten nach 3 Tagen nicht nur die Fascien, sondern auch das Sarkolemm am Rand befallen. Nach 7 Tagen war das fasciale Bindegewebe fast ganz mit Bakterien ausgefüllt und am 9. Tage das gesamte Gewebe überschwemmt. Am 13. Tage war in dem zerfallenen Gewebe eine starke Abnahme der Bakterien festzustellen.

Bei c (37° C) dieselben Vorgänge wie bei b in beschleunigter Form, so daß am 3. Tage die Bakterien etwa gleichmäßig auf das aufgelöste Muskel- und Bindegewebe verteilt waren. Die Zahl der Bakterien nahm hierbei nicht ab.

Die Eindringungsgeschwindigkeit betrug:

in	1	3	5	7	9	11	13	14 Tagen
bei a	—	—	—	0,2	0,6	0,8	—	2 mm
„ b	1,2	3,6	4	4,2	5	7	9	— „
„ c	1,2	4,2	7	—	—	—	—	— „

Die durchschnittliche Bakterienzahl je Gesichtsfeld:

in	1	3	5	7	9	11	13	14 Tagen
bei a	—	—	0,1	0,15	0,2	1	—	10 Keime
„ b	11	10	27	38	75	90	30	— „
„ c	15	42	95	—	—	—	—	— „

2. Herz.

In histologischer Hinsicht:

Bei a (Kühlschrank): Durch das eindringende Wasser trat eine Aufquellung ein. Nach 7 Tagen löste sich das Sarkolemm ab und die Fibrillen ballten sich zusammen, so daß die Zwischenräume sich vergrößerten.

Bei b (18—22° C): Die erste Veränderung machte sich nach 5 Tagen bemerkbar, wo eine Auflockerung der Fibrillen auffiel. Nach 9 Tagen war die Querstreifung der Fibrillen verschwunden und die Fasern waren kompakt gebündelt oder aufgelöste und unregelmäßige Fibrillenhaufen. Die Zellkerne hatten sich aufgelöst.

Bei c (37° C): Die Auflösung trat bereits nach 24 Stunden stark in Erscheinung. Nach 3 Tagen waren die Fasern völlig zerstört und die Gewebsbestandteile lagen ohne Zusammenhang durcheinander. Vom ursprünglichen Gewebe war nichts mehr zu erkennen.

In bakterioskopischer Hinsicht:

Die Bakterien befanden sich im Epi- und Endokard. Bei Muskelanschnitten drangen sie in Sarkolemm und sonstige Binde-

gewebe vor. Die Blutgefäße mit dem darin enthaltenen Gerinnsel boten ihnen eine günstige Eintrittspforte.

Zu a: Nur einzelne Bakterien lagen bis zum 9. Tag in einigen Oberflächenbezirken und Blutgefäßen. Am 9. Tag begannen sie zu Nestern auszuwachsen und ein wenig in die Randzone einzudringen.

Zu b: Eine gleichmäßige Ausbreitung bestand nicht, dagegen herrschte in der Vermehrung eine gewisse Gleichmäßigkeit. Die Bakterien lagen in den bindegewebigen Anteilen und ließen das Myokard frei. Auch hier bewegten sie sich in den Gefäßen vor, worin sie große Nester bildeten. Am 9. Tag war das gesamte, sich auflösende Gewebe von den Bakterien überschwemmt.

Zu c: Nach 24 Stunden waren die Bakterien nur vereinzelt am Außenrand zu finden. Nach 3 Tagen hatten sie sich stark vermehrt und alles gleichmäßig besetzt.

Die Eindringungsgeschwindigkeit betrug:

in	1	3	5	7	9	11	13	14 Tagen
bei a	—	—	—	—	0,3	0,5	0,8	— mm
„ b	0,2	0,8	1	1,2	5	—	—	— „
„ c	0,1	2,5	—	—	—	—	—	— „

Die durchschnittliche Bakterienzahl je Gesichtsfeld:

nach	1	3	5	7	9	11	13	14 Tagen
bei a	0,05	—	—	0,1	1	1	—	1 Keime
„ b	1	2	8	12	45	—	—	— „
„ c	0,5	60	—	—	—	—	—	— „

3. Leber.

In histologischer Hinsicht:

Bei a (Kühlschrank): Das Protoplasma der Parenchymzellen veränderte sich bereits nach 24 Stunden und nahm ein körniges Aussehen an. Am 5. Tag begann es durch die Zellwände zu treten, wobei das Gewebe am 9. Tag zu schrumpfen anfing und im geringen Maße den Zusammenhang verlor. Die Zellen rundeten sich ab.

Bei b (18—22° C): Bei dieser Temperatur setzte die Auflösung in Einzelzellen, bei Erhaltung der Kerne, am 3. Tag ein und schritt fort bis zum 9. Tag, an dem der Aufbau des Gewebes nicht mehr zu erkennen war und nur noch Trümmer vorhanden waren.

Bei c (37° C): Das Gewebe war nach 24 Stunden oberflächlich aufgelöst. Das Protoplasma war körnig verändert, blieb aber in den Zellen. Nach 3 Tagen war das Organ sehr stark zersetzt und für weitere Untersuchung nicht mehr brauchbar.

In bakterioskopischer Hinsicht:

Die Bakterien waren in dem Kapsel- und sonstigen Bindegewebe zu finden und benutzten zum weiteren Eindringen die Blutgefäße und Gallengänge.

Zu a: Einige Bakterien waren in den ersten Tagen in den Oberflächenbezirken und kleineren Blutgefäßen sichtbar. In der folgenden Zeit waren sie verschwunden, um am 11. Tag an ähnlichen Stellen, aber nun in größeren Nestern, wieder in Erscheinung zu treten.

Zu b: Am 3. Tag waren, mit der Auflösung parallel laufend, in dem Bindegewebe, den Gefäßen und Gallengängen große Nester vorhanden. In und an den oberflächlichen Parenchymzellen befanden sich einzelne Bakterien. Am 7. Tage trat eine deutliche Vermehrung zu Tage, die sich unter fortschreitendem Eindringen ins Gewebe vollzog, wobei die Parenchymzellen verschont blieben. Nach 9 Tagen waren auch diese und somit das gesamte Gewebe von den Bakterien erfaßt und zersetzt.

Zu c: Hier waren die Keime an der Oberfläche nach 24 Stunden sowohl im Bindegewebe als auch im Parenchym zu finden. In den Blutgefäßen bildeten sie große Nester, während das Parenchym im Inneren frei blieb. Das Organ war nach 3 Tagen aufgelöst und unbrauchbar.

Die Eindringungsgeschwindigkeit betrug:

in	1	3	5	7	9	11	14 Tagen
bei a	0,05	0,2	—	—	—	—	1 mm
„ b	0,1	1	1,4	2,4	5	—	— „
„ c	0,8	—	—	—	—	—	— „

Die durchschnittliche Bakterienzahl je Gesichtsfeld:

in	1	3	5	7	9	11	14 Tagen
bei a	0,05	0,1	0,1	—	—	—	0,1 Keime
„ b	1	20	25	35	50	—	— „
„ c	5	—	—	—	—	—	— „

4. Lunge.

In histologischer Hinsicht:

Bei a (Kühlschrank): Die durch das aufgenommene Wasser quellenden Zellenwände wurden am 7. Tag plasmadurchlässig. Nach Austritt des Protoplasmas schrumpften die Zellen am 9. Tage in geringem Maße und verloren am 11. Tag etwas den Zusammenhang. Das Bindegewebe blieb erhalten.

Bei b (18—22° C): Die Quellung war die gleiche wie vorher, nur setzte hier die Schrumpfung und der Austritt von Protoplasma bereits am 3. Tage ein. Die Erhaltung des Bindegewebes war gut.

c (37° C): Bei dieser Temperatur war die Schrumpfung nach 24 Stunden sehr stark, die Zellkerne noch klar, aber der Gesamtaufbau undeutlich. Die Zellmembranen schienen aufgelöst. Nach 3 Tagen sehr starke Zersetzung.

In bakterioskopischer Hinsicht:

Die Bakterien hielten sich hauptsächlich im Bindegewebe auf. Einzelne waren auch im Blutgerinnsel vorhanden.

Zu a: Von der Serosa visceralis aus, in der sich die Bakterien in den ersten Tagen fanden, drangen sie am 7. Tag in die Alveolensepten vor, von wo aus sie zum Teil in das ausgetretene Protoplasma übergingen. Am 11. Tag waren auch einige Bakterien im Blutgerinnsel der Vena pulmonalis sichtbar. Es trat keine besondere Vermehrung der Bakterien ein.

Zu b: Nach Durchdringung der sofort befallenen Serosa visceralis, in der sich die Bakterien stark vermehrten, drangen sie vom 3. Tag ab in die Alveolensepten und das anliegende Epithel vor. Die Gefäßlumina waren am 9. Tag ebenso wie das gesamte Gewebe sowohl von einzelnen als auch von nestartig angeordneten Bakterien angefüllt, wohingegen die Bronchien frei blieben.

Zu c: Nach 24 Stunden waren in der Serosa visceralis nur sehr wenig Keime vorhanden. Das Innere blieb frei.

Die Eindringungsgeschwindigkeit betrug:

in	1	3	5	7	9	11	14 Tagen
bei a	—	—	0,1	1,4	1,5	1,8	2 mm
„ b	0,6	1	1,6	2	5	—	— „
„ c	0,02	—	—	—	—	—	— „

Die durchschnittliche Bakterienzahl je Gesichtsfeld:

nach	1	3	5	7	9	11	14 Tagen
bei a	—	—	0,5	1	1,2	2	2 Keime
„ b	1	3	30	35	70	—	— „
„ c	0,05	—	—	—	—	—	— „

5. Niere.

In histologischer Hinsicht:

Bei a (Kühlschrank): Das empfindliche Nierenparenchym veränderte sich, besonders in den Rindenanteilen, bereits nach 24 Stunden. Die Veränderung begann mit fortschreitender Ausfällung des Protoplasmas und Ablösung der Epithelien vom Stützgerüst, der am 9. Tag eine mäßige Auflösung in Einzelzellen unter Austritts eines Teils des Plasmas folgte. Das Stützgerüst quoll unter Wasseraufnahme stark, blieb aber erhalten.

Bei b (18—22° C): Dieselben Vorgänge wie vorher nur in beschleunigtem Maße, so daß die weitgehende Auflösung und Zerstörung am 9. Tage vollendet war. Der größte Teil der Rindenepithelien war am 5. Tag ein Trümmerhaufen. Am 11. Tag war auch das Stützgerüst zerfallen.

Bei c (37° C): Nach 24 Stunden waren nur an der Oberfläche weitgehende Veränderungen anzutreffen. Nach 3 Tagen lagen die Epithelüberreste zwischen dem wie zerknittert aussehenden interstitiellen Bindegewebe.

In bakterioskopischer Hinsicht:

Die Bakterien hielten sich, solange das Gewebe nicht zerfallen war, im Bindegewebe oder in Blutgefäßen auf, wo sie sich zu großen Nestern entwickelten.

Zu a: Die bindegewebige Kapsel schützte das dahinter liegende Parenchym vor dem Eindringen der Bakterien, erst nach dem 11. Tag waren sie in geringer Zahl in dem dahinter liegenden Interstitium und Parenchym anzutreffen. Ebenso waren zu dieser Zeit Bakterien in den Blutgefäßen vorhanden, deren Wände sie nicht durchwandern konnten. Das Mark und der überragende Teil der Rinde blieben frei.

Zu b: Eine gleichmäßige Ausbreitung der Bakterien war bis zum 9. Tag nicht zu erkennen. In den ersten Tagen waren im Kapselbindegewebe und in den Blutgefäßen und deren Umgebung einzelne Nester vorhanden. Von hier aus drangen die Bakterien vom 7. Tag an in das umliegende Gewebe ein, wobei die Rinde bakterienhaltiger wurde als das Mark. Unter weitgehender Zerstörung des Gewebes waren am 11. Tag überall Bakterien eingedrungen.

Zu c: Nach 24 Stunden waren am Außenrand nur einzelne Bakterien zu sehen, die nach 3 Tagen das ganze Gewebe eingenommen hatten.

Die Eindringungsgeschwindigkeit betrug:

in	1	3	5	7	9	11	14 Tagen
bei a	0,1	—	—	—	—	0,4	1 mm
„ b	0,1	0,2	0,4	3	4	6	— „
„ c	0,4	7,6	—	—	—	—	— „

Die durchschnittliche Bakterienzahl je Gesichtsfeld:

nach	1	3	5	7	9	11	14 Tagen
bei a	0,1	—	—	—	—	3	5 Keime
„ b	0,5	3	15	100	140	217	— „
„ c	0,5	35	—	—	—	—	— „

Zusammenfassung.

Das Parenchym der Organe zerfällt unter Einwirkung der Coliaufschwemmung in einzelne Zellen, deren Protoplasma ausgefällt wird und körnig aussieht. Nachdem die Zellwände durchlässig geworden sind und die Zellen sich weiter auflösen, finden wir auch in ihnen Bakterien. Diese Veränderungen, die durch die Einwirkungen der Bakterien und durch die Selbstauflösung hervorgerufen worden, sind je nach Temperatur verschieden schnell fortgeschritten. Bei Kühlschranktemperatur geht der Vorgang sehr langsam vor sich, wobei bis nach 14 Tagen das Gewebe als solches erhalten bleibt. Bei 18—22° C ist der Vorgang am 9. Tage und bei 37° C bereits nach 3 Tagen beendet, d. h. das Gewebe völlig unkenntlich.

Die Colibakterien benutzen das Bindegewebe als Nährboden und dringen längs der einzelnen Bindegewebszüge ins Innere ein. Die Blutbahnen geben ihnen die gleiche Möglichkeit.

Die Eindringungsgeschwindigkeit der Colibakterien steigt mit der Temperatur. Sie beträgt bei Kühlschranktemperatur bei 4—5° C in 14 Tagen bei Muskel, Herz, Leber, Niere 1 mm, bei

Lunge 2 mm, bei 18—22° C in 9 Tagen bei Muskel, Leber, Lunge, Niere 5 mm, bei Herz 2,5 mm, bei Niere 7,6 mm, bei Lunge und Leber in 24 Stunden 0,02 bzw. 0,8 mm. Nach 3 Tagen ist bei diesen Organen bei 37° C die Zersetzung zu weit fortgeschritten. Die Keimzahl bleibt bei Kühlschranktemperatur von 4—5° C sehr gering, bei 18—22° C steigt sie langsam an, um am 5. bis 7. Tag hinaufzuschnellen und sich weiterhin entsprechend zu erhöhen, wobei die Zersetzung parallel geht. Beim Muskel nimmt die Bakterienzahl nach 13 Tagen ab. Bei 37° C ist die Zahl am 3. Tag schon stark erhöht, nachdem sie am 1. Tag meist sehr klein war.

Versuchsreihe II.

Die Versuchsreihe II befaßte sich mit der Untersuchung der Eindringungsgeschwindigkeit und den Veränderungen durch das Bact. staphylococcus pyogenes aureus bei denselben Temperaturen wie Versuchsreihe I, also a) durchschnittlich 4—5° C, b) 18—22° C c) 37° C und den gleichen Organen 1. Muskel, 2. Herz, 3. Leber, 4. Lunge und 5. Niere.

Die entnommenen, gut ausgebluteten Kaninchenorgane wurden in Stücke von 0,5 bis 1 gr Gewicht und von etwa 1 cbcm Inhalt zerlegt, die sich in dieser Größe als besonders geeignet für die mikroskopische Untersuchung erwiesen hatten. Diese Stücke wurden in verschließbare Glasbehälter gelegt und mit der Bakterienaufschwemmung übergossen, welche aus einer 24stündigen Schrägagarkultur des Bact. staphylococcus aureus hergestellt war. Sie war mit 10 cbcm qhsys. Kochsalzlösung abgeschwemmt und mit Aqua dest. auf 100 cbcm aufgefüllt worden. Die in der Kultur vorhandene Bakterienzahl wurde nach dem üblichen Verfahren ausgezählt. Sie betrug 30 552 700 Keime je 1 cbcm. Proben wurden wie bei der I. Versuchsreihe nach 1, 3, 5, 7 usw. Tagen entnommen. Bei 2c auch nach 2 und 4 Tagen.

Der Zustand der Organe veränderte sich entsprechend der Temperatur. Die Erhaltung war im Kühlschrank, wo die Temperatur durch ein Versagen des Kühlschranks unter den Nullpunkt sank, äußerlich gut, während im Brutschrank die Leber und Niere stark schrumpften. Bei 2b und c entwickeln die Organe reichlich faulig riechendes Gas und waren gegen Ende des Versuchs sehr weich und zerfallend. Die hieraus angefertigten Schnitte ergaben keine deutlichen Bilder.

Die mikroskopische Untersuchung ergab für:

1. Muskel.

In histologischer Hinsicht:

Bei a (Kühlschrank): Durch die Wasseraufnahme wurden bereits in den ersten Tagen die Muskelfasern auseinandergedrängt.

Die Fibrillen erhielten am 11. Tag ein welliges Aussehen und lösten sich durch Nachgeben des Bindegewebes voneinander. Das kollagene Bindegewebe blieb gut erhalten. Die Zersetzung war gering.

Bei b (18—22° C): Bis zum 11. Tag nur Quellung, dann, durch Nachgeben des zusammenhaltenden Bindegewebes, Auseinanderrücken der Fasern und Fibrillen, die teilweise zusammenhanglos und regellos lagen. Die Zellkerne blieben erhalten.

Bei c (37° C): Quellung bis zum 3. Tag, dann Auflösung. Einzelne wellige Fibrillen oder kompaktere Fasern ohne Querstreifung waren übrig geblieben.

In bakterioskopischer Hinsicht:

Zu a: Als Haupteingangspforte war das fasciale Bindegewebe anzusehen, in das die Staphylococcen rasch und tief eindrangen. Im Sarkolemm kamen sie beträchtlich langsamer voran. Die Verteilung war sehr unregelmäßig und die Eindringungsgeschwindigkeit verschieden. Große Teile des Muskels blieben frei von Staphylococcen. An der Oberfläche war das Sarkolemm teils frei teils mit Staphylococcen durchsetzt.

Zu b: Die in Nestern vordringenden Staphylococcen benutzten die vorhandenen Bindegewebsstränge, aus denen sie in das anliegende Sarkolemm übergingen. Am 9. Tag waren alle Gewebsteile überwuchert, nur das Sehnen- und Fettgewebe, sowie die Gefäße blieben frei.

Zu c: Bei dieser Temperatur ist derselbe Zustand wie bei b am 9. Tag bereits am 2. Tage erreicht. Am 1. Tag sind die Staphylococcen in den Blutgefäßen am weitesten vorgedrungen.

Die Eindringungsgeschwindigkeit betrug:

in	1	2	3	4	5	7	9	11	13	Tagen
bei a	0,6	—	1,6	—	3	2	2,2	2,8	5	mm
„ b	0,2	—	1	—	1,6	2	2,4	3	5	„
„ c	2	5	—	—	—	—	—	—	—	„

Die durchschnittliche Zahl der Staphylococcen je Gesichtsfeld:

nach	1	2	3	4	5	7	9	11	13	Tagen
bei a	12	—	15	—	30	38	55	67	70	Keime
„ b	0,5	—	3	—	15	25	50	65	75	„
„ c	36	70	90	80	—	—	—	—	—	„

2. Herz.

In histologischer Hinsicht:

Bei a (Kühlschrank): Die anfänglich vorhandene Quellung ging am 7. Tag langsam in Auflösung über. Die Fibrillen lagen am 9. Tag so dicht, daß die Muskelfasern wie Balken aussahen und im Inneren nichts erkennen ließen.

Bei b (18—22° C): Eine Veränderung des gequollenen Gewebes war am 9. Tag festzustellen, an dem die Fibrillen besonders

an der Oberfläche aufgelockert waren, und die Zellkerne sich auflösten. Die Zersetzung blieb gering.

Bei c (37° C): An den ersten Tagen nur geringe Quellung. Am 3. Tag war das Sarkolemm weitgehend aufgelöst und leicht geschlängelte Fibrillen lagen regellos durcheinander. Die Auflösung war am nächsten Tage vollständig, da man vom ursprünglichen Gewebe nichts mehr erkennen konnte.

In bakterioskopischer Hinsicht:

Zu a: Die hauptsächlich im äußeren Bindegewebe liegenden Staphylococcen drangen nach und nach auch in das Sarkolemm der an den Schnittflächen aufgerauhten Fasern ein. Sie blieben aber auf der Oberfläche.

Zu b: An der Oberfläche waren die Keime in und an den angeschnittenen Faserenden und den bindegewebigen Anteilen des Gewebes in Nestern vorhanden, wo sie sich bis zum 9. Tag auch hauptsächlich vermehrten. Die Staphylococcen drangen ins Sarkolemm langsam weiter ein und waren auch in den Gefäßen und deren Umgebung zu finden. Im Inneren waren nur einzelne Nester vorhanden, so daß ein Teil des Gewebes frei blieb.

Zu c: Nach schneller Durchsetzung des Endo- und Epikards drangen die Staphylococcen in die Bindegewebsstränge und das Sarkolemm ein und vermehrten sich hier am stärksten. Am 2. Tag waren sie über das gesamte Gewebe verteilt, allerdings nur in vereinzelten Nestern, wobei die Gefäße den Weg ins Innere abgaben. Am 3. und 4. Tag waren überall große Nester zu finden, wogegen am 5. Tag in dem zersetzten Gewebe eine Abnahme der Zahl festzuztellen war.

Die Eindringungsgeschwindigkeit betrug:

in	1	2	3	4	5	7	9	11	13	Tagen
bei a	0,01	—	0,3	—	0,4	0,5	0,6	0,8	1,2	mm
„ b	0,2	—	0,8	—	0,9	1	1,1	1,3	1,5	„
„ c	0,5	1	2,5	—	—	—	—	—	—	„

Die durchschnittliche Zahl der Staphylococcen je Gesichtsfeld:

nach	1	2	3	4	5	7	9	11	13	Tagen
bei a	0,05	—	—	—	1,5	3	10	15	29	Keime
„ b	5	—	10	—	11	15	20	25	40	„
„ c	52	95	120	125	—	—	—	—	—	„

3. Leber.

In histologischer Hinsicht:

Bei a (Kühlschrank): Das zum Teil ausgefällte, körnig aussehende Protoplasma begann am 3. Tag durch die gequollenen Zellwände zu treten, die man als scharfe Begrenzung der einzelnen Zellen bis zum Ende des Versuchs erkennen konnte. An der Ober-

fläche löste sich am 11. Tag der Zusammenhang der Zellen, deren Kerne erhalten blieben.

Bei b (18—22° C): Nach 5 Tagen trat eine starke Auflösung in Erscheinung. Die mit getrübtem Inhalt versehenen Zellen verloren jeglichen Zusammenhang. Sie begannen nach Auflösung der Kerne unter Zerfall zu schrumpfen. Nach 11 Tagen war von dem Gewebe nichts mehr zu erkennen.

Bei c (37° C): Das Parenchym war nach 24 Stunden weitgehendst aufgelöst. Einzel liegende Trümmer waren vorhanden. Das Gewebe war zusammengeschrumpft.

In bakterioskopischer Hinsicht:

Zu a: Die Kapsel enthielt einige Keime und schützte die dahinter liegenden Zellen vor dem Eindringen der Staphylococcen. Am 9. Tage sah man eine Vermehrung und ein Eindringen in die äußeren Zellschichten. Sämtliche Blut- und Gallenwege blieben frei.

Zu b: Die Kapsel und bei deren Fehlen die Außenzone des Parenchyms enthielt bereits am 1. Tag Staphylococcen in verschiedener Konzentration bis zu Nestern von 500 Keimen. Die Gefäße und Gallengänge waren nach 3 Tagen mit Staphylococcen erfüllt, während ein Teil des Parenchyms hinter der Kapsel noch frei war. Am 5. Tag war das gesamte Gewebe, auch die Zellkerne, von Staphylococcen erfaßt, die sich stark vermehrt hatten.

Zu c: Nach 24 Stunden waren die Staphylococcen längs des interstitiellen Bindegewebes, der Gallengängen und der Blutgefäße weit ins Innere vorgedrungen und hatten den größten Teil des Parenchyms befallen. Die Konzentration hinter der Kapsel war sehr viel geringer, da sie den schnellen Eintritt verwehrte. Am 2. Tag war alles von Staphylococcen durchsetzt, und in den Gefäßen und Bindegewebssträngen befanden sich besonders große Nester. Bei der hohen Zahl war eine zahlenmäßige Vermehrung nur schwer festzustellen.

Die Eindringungsgeschwindigkeit betrug:

in	1	2	3	4	5	7	9	11	13	Tagen
bei a	0,01	—	0,05	—	0,1	0,1	0,15	0,2	0,25	mm
„ b	0,1	—	0,5	—	3	5	—	—	—	„
„ c	3	4,5	—	—	—	—	—	—	—	„

Die durchschnittliche Zahl der Staphylococcen je Gesichtsfeld:

nach	1	2	3	4	5	7	9	11	13	Tagen
bei a	0,01	—	0,1	—	0,5	1	5	8	12	Keime
„ b	28	—	50	—	95	114	180	220	325	„
„ c	300	400	450	450	450	—	—	—	—	„

4. Lunge.

In histologischer Hinsicht:

Bei a (Kühlschrank): Die Zellen verloren durch die Quellung und durch das Durchlässigwerden der Zellwände am 5. Tag das

Plasma und den Zusammenhang. Die Zellwände lösten sich dann fortschreitend vom 7. bis 13. Tag auf, und die elastischen Bestandteile des Interstitiums und der Pleura schrumpften und bekamen ein welliges Aussehen.

Bei b (18—22° C): Der Austritt des Plasma setzte am 3. Tag ein und war am 9. Tag fast vollständig, wobei eine Schrumpfung des Organs auftrat. Die Zellkerne blieben bis zum 9. Tag erhalten. Die Zellen verloren am 11. Tag unter Auflösung der Wände den Zusammenhang, die verschiedenen Teile blieben erkennbar.

Bei c (37° C): Die Erhaltung des Gewebes war zunächst, abgesehen von der Quellung, trotz der für eine Zersetzung günstigen Temperatur gut. Erst am 5. Tage zersetzte sich das Gewebe vollständig.

In bakterioskopischer Hinsicht:

Zu a: Am 3. und 5. Tag waren in der Pleura visceralis einige Staphylococcen zu finden, die später vollständig verschwanden.

Zu b: Nachdem am 1. Tag nur sehr wenige Staphylococcen in der Pleura vorhanden waren, waren am 3. Tage bereits an verschiedenen Stellen angrenzende Alveolen und weiter ins Innere ziehende Gefäße und Bindegewebsstränge befallen. Die Ausbreitung von dort erfolgte sehr rasch, so daß am 5. Tag das vorhandene Material durchdrungen, und am 9. Tag sämtliche Zellen befallen waren. Am 13. Tag nahm die Zahl der Staphylococcen ab.

Zu c: In der Pleura, den großen Gefäßen und in dem Bronchius war in den ersten Tagen eine geringe Anzahl Staphylococcen aufzufinden, die sich dort auch vermehrten. Große Stäbchen (Heubazillen) hatten später die Staphylococcen überwuchert und ihnen möglicherweise den Nährboden geraubt. Sonst blieb das Gewebe bis auf wenige Alveolen frei von Staphylococcen.

Die Eindringungsgeschwindigkeit betrug:

in	1	3	4	5	7	9	11	13	Tagen
bei a	—	0,01	—	0,02	—	—	—	—	mm
„ b	0,1	0,6	—	3,8	4,5	5,2	—	—	„
„ c	0,01	0,2	0,3	—	—	—	—	—	„

Die durchschnittliche Zahl der Staphylococcen je Gesichtsfeld:

nach	1	2	3	4	5	7	9	11	13	Tagen
bei a	—	—	0,01	—	0,02	—	—	—	—	Keime
„ b	1	—	34	—	72	80	130	130	100	„
„ c	1	1	5	6	—	—	—	—	—	„

5. Niere.

In histologischer Hinsicht:

Bei a (Kühlschrank): Das Parenchym löste sich nach 3 Tagen vom Interstitium, das bis zum 11. Tag erhalten blieb, und zerfiel dann in einzelne Zellen. Diese lösten sich am 5. Tag weiter auf

und schrumpften zusammen. Das weitgehend zerstörte Gewebe behielt seinen Zusammenhang durch das Bindegewebe.

Bei b (18—22° C): Das undurchsichtig gewordene Protoplasma trat aus den Epithelzellen aus, die nach 24 Stunden teilweise den Zusammenhang verloren hatten und nach 3 Tagen zerstört waren. Am 5. Tag lagen in den Zwischenräumen des interstitiellen Bindegewebes nicht zu unterscheidende Zellüberreste.

Bei c (37° C): Die Zersetzung begann sofort in verstärktem Maße. Nach 24 Stunden war das Epithel vom Bindegewebe gelöst und nach Auflösung der Zellwände am 3. Tag ein Trümmerhaufen. In diesem war das Interstitium etwas deutlicher erkennbar.

In bakterioskopischer Hinsicht:

Zu a: Von der Kapsel aus wanderten die Staphylococcen längs des Bindegewebes ins Innere. Erst am 9. Tage waren sie in der durch die Kapsel geschützten Rinde zu finden, während das übrige ungeschützte Parenchym schon am 5. Tag ergriffen war. Am 11. Tag war dasselbe von Staphylococcen erfüllt, deren Zahl am 13. Tage wieder abnahm.

Zu b: Nach 3 Tagen waren die Staphylococcen von der Kapsel aus und besonders stark von Stellen, wo diese fehlte, im Bindegewebe ins Innere vorgedrungen. Das Bindegewebe war am 5. Tag von Staphylococcen durchsetzt. Zu gleicher Zeit erschienen sie im ausgetretenen Plasma der Kanälchen, deren Zellen sie am 7. Tage befallen hatten. Die Zahl nahm vom 7. Tage an ab.

Zu c: Die Staphylococcen drangen längs des groben Bindegewebes und der Gefäße ins Innere ein und verbreiteten sich über das übrige Gewebe. Im zusammenhanglosen Gewebe verteilten sie sich nestförmig über sämtliche Bestandteile. Ab 4. Tag nahmen sie zahlenmäßig ab und waren am 5. Tag nur noch einzeln zu finden.

Die Eindringungsgeschwindigkeit betrug:

in	1	2	3	4	5	7	9	11	13 Tagen
bei a	0,3	—	1,2	—	1,5	2,7	6	6	— mm
„ b	0,2	—	1,2	—	5	6	—	—	— „
„ c	3	5	—	—	—	—	—	—	— „

Die durchschnittliche Zahl der Staphylococcen je Gesichtsfeld:

nach	1	2	3	4	5	7	9	11	13 Tagen
bei a	0,4	—	18	—	40	65	100	120	90 Keime
„ b	5	—	40	—	125	140	130	100	30 „
„ c	45	63	41	40	25	—	—	—	— „

Zusammenfassung.

Das Parenchym verändert sich rasch und wird undurchsichtig. Die Zellen verlieren den Zusammenhang und durch die Auflösung von Zellwandbestandteilen tritt das Protoplasma nach außen und

bleibt als homogene Masse zwischen den Zellen liegen. Das Bindegewebe schrumpft nach anfänglicher Quellung zusammen. Die Erhaltung ist bei Kühlschranktemperatur am besten und nimmt mit der Temperatursteigerung ab, so daß bei 37° C nach 3 Tagen nur noch unkenntliche Überreste vorhanden bleiben. Bei 18—22° C ist die bakterielle Durchsetzung teilweise bis zum 9. Tag gering, so daß die proteolytischen Fermente der Staphylococcen nicht sehr groß sein können, da die Autolyse bei dieser Temperatur nach dieser Zeit bereits sehr stark fortgeschritten ist.

Die Staphylococcen bevorzugen das Bindegewebe als Eindringungsweg, daneben die Blutgefäße. Im Parenchym erscheinen sie in den Zellen, sowohl in den auseinanderfallenden als auch in den noch erhaltenen, und vermehren sich dort im Protoplasma.

Die Eindringungsgeschwindigkeit der Staphylococcen geht der Temperatur parallel und beträgt bereits bei Kühlschranktemperatur 4—5° C in 13 Tagen beim Muskel 5 mm, bei Lunge und Niere in 9 Tagen 4 bzw. 5 mm, ist also erhöht; bei 18—22° C ist sie verschieden, bis 5 mm in 5 Tagen (Niere), sonst in 7 Tagen; bei 37° C in 2 Tagen durchschnittlich 5 mm. Die Keimzahl ist bei Kühlschranktemperatur klein (beim Muskel etwas erhöht), bei 18 bis 22° C steigt sie beständig an oder schnellt am 5. oder 7. Tag nach langsamem Anstieg bei gleichzeitigem Zerfall der Gewebe in die Höhe und nimmt nach 9 Tagen bei Lunge und Niere wieder ab. Bei 37° C ist die Keimzahl bereits nach 24 Stunden sehr hoch und nimmt bei Niere und Muskel am 3. bzw. 4. Tag wieder ab. (Bei Lunge sind die Staphylococcen durch Überwucherung durch andere Bakterien kaum zur Entwicklung gekommen; vgl. S. 19.)

Versuchsreihe III.

Die Versuchsreihe III befaßt sich mit der Untersuchung der Eindringungsgeschwindigkeit und der Gewebsveränderungen durch das Bact. proteus vulg. bei a) 4—5° C, b) 18—22° C, c) 37° C und den gleichen Organen wie zuvor 1. Muskel, 2. Herz, 3. Leber, 4. Lunge, 5. Niere.

Die Kaninchenorgane wurden in ähnliche Stücke wie bei II zerlegt und in den Glasgefäßen mit der Bakterienaufschwemmung übergossen, die wie die bei II hergestellt wurde. Die Zeiträume waren wieder 1, 3, 5, 7 usw. Tage.

Zur Berechnung der in der 24stündigen Plattenkultur vorhandenen Bakterien wurde zur Verhinderung des Schwärmens Karbolkochsalzlösung hinzugefügt. Zu 99 cbcm Agar kamen 1 cbcm 5 prozentige Karbolkochsalzlösung. Die dadurch ermöglichte Auszählung ergab nach 24stündiger Bebrütung bei 37° C 22765000 Keime pro 1 cbcm. Die Veränderung des Zustandes der Organe war je nach der Temperatur äußerlich sichtbar. Die Stücke aus

dem Kühlschrank waren gequollen und vergrößert, von fester Konsistens und entwickelten kaum Geruch. Die Organe entwickelten bei b 18—22° C einen stark fauligen Geruch und waren sehr weich. Bei c 37° C schrumpften die Stücke sehr stark, waren weich, glitschig und sehr übelriechend.

Die mikroskopische Untersuchung ergab für:

1. Muskel.

In histologischer Hinsicht:

Bei a (Kühlschrank): Das aufgenommene Wasser brachte die Fibrillen gleichmäßig zur Quellung, so daß die Fasern einheitlich aussahen. Nach 13 Tagen verschwand die Querstreifung der Fibrillen, und das Sarkolemm löste sich in den Außenteilen auf. An einigen Stellen hatten die geschlängelt aussehenden Fibrillen jegliche Elastizität verloren und lagen regellos durcheinander.

Bei b (18—22° C): Die gleichen Vorgänge spielten sich in beschleunigter Form wie bei a ab. Die Auflösung in einzelne Fasern begann am 5. Tag und verstärkte sich am 11. Tag, an dem ein großer Teil unregelmäßig angeordnet lag. Das Bindegewebe war kaum noch zu sehen. Nach 15 Tagen war das Gewebe aufgelöst und fast nicht mehr zu erkennen.

Bei c (37° C): Das am ersten Tage gequollene Gewebe schrumpfte bis zum 3. Tag auf etwa die Hälfte seines vorherigen Volumens zusammen. Das Sarkolemm löste sich von den Muskelfasern und blieb als Gerüst bestehen. Unter fortschreitender Zersetzung war am 7. Tag alles zerstört und unkenntlich.

In bakterioskopischer Hinsicht:

Zu a: Am 5. Tage waren die ersten Bakterien an der Oberfläche im Sarkolemm, unter Freilassung der Fascien und Gefäße, anzutreffen. Sie vermehrten sich erst nach 11 Tagen merklich, wobei sie einzeln und auch nestförmig in und längs der Fascien tiefer eindrangen. Das Vordringen geschah gleichmäßig. Hierbei gelangten sie auch in einige Muskelfasern, wo sie zwischen den Fibrillen lagen.

Zu b: In unregelmäßiger Verteilung wuchsen die Bakterien in das Bindegewebe sehr rasch ein und hatten am 5. Tag den größten Teil des Gewebes erfaßt. Einzelne Bakterien waren weiter eingedrungen. An der Oberfläche herrschte eine höhere Konzentration. Nach Auflösung des Zusammenhanges hatten die Bakterien alles gleichmäßig besetzt.

Zu c: Nachdem am ersten Tag fast das gesamte Sarkolemm von Proteusbakterien ausgefüllt war, wurden am 3. Tag unter starker Vermehrung der Bakterien die Muskelfasern selbst an-

gegriffen. Nach 7 Tagen schienen sich die Bakterien aufgelöst zu haben, da sie nicht mehr zu erkennen waren.

Die Eindringungsgeschwindigkeit betrug:

in	1	3	5	7	9	11	13	15	17 Tagen
bei a	—	—	0,5	1	1,2	2	2,4	3,2	4 mm
„ b	1,2	2	2,5	3,2	4	4,6	5	—	— „
„ c	4	5	6	—	—	—	—	—	— „

Die durchschnittliche Zahl der Proteusbakterien je Gesichtsfeld:

nach	1	3	5	7	9	11	13	15	17 Tagen
bei a	—	—	1,5	1,5	2	5	20	22	25 Keime
„ b	16,5	25	33	45	50	52	60	60	— „
„ c	40	140	150	—	—	—	—	—	— „

2. Herz.

In histologischer Hinsicht:

Bei a (Kühlschrank): Während das anfänglich gequollene Gewebe im Inneren schrumpfte, begann außen die Auflösung des Sarkolemms. Die wellig aussehenden Fibrillen lagen regellos. Diese Auflösung schritt nur in geringem Maße fort, so daß nach 15 Tagen noch überall die Kerne erhalten waren. Die oberflächlichen Teile waren zerstört und nur noch als Trümmer vorhanden.

Bei b (18—22° C): Durch das eingedrungene Wasser lösten sich die Fibrillen vom Sarkolemm und legten sich unter Wasseraufnahme enger aneinander. Sie wurden kürzer, dünner und undurchsichtiger. Nach 11 Tagen ging der Zusammenhang verloren, jedoch blieb eine gewisse Regelmäßigkeit des Aufbaues vorhanden.

Bei c (37° C): Nach 24 Stunden waren einzelne Bezirke bereits in Auflösung begriffen. Am 3. Tage war vom ursprünglichen Gewebe nichts mehr zu erkennen. Die Fibrillen waren untereinander und mit den übrigen Überresten verfilzt.

In bakterioskopischer Hinsicht:

Zu a: Nach 7 Tagen tauchten im Epi- und Endokard die ersten Proteusbakterien auf, das sie noch nicht durchdrungen hatten. Am 11. Tag waren sie in den äußeren Gewebstrümmern vorhanden und drangen längs des Sarkolemms, des sonstigen Bindegewebes und der Gefäße weiter ein, ohne das ganze Gewebsstück zu durchwachsen.

Zu b: Oberflächlich, besonders im Epi- und Endokard, befanden sich einige Bakterien. Sie drangen am 11. Tag weiter ein und lagen unter gleichzeitiger Vermehrung zwischen den Bestandteilen des sich auflösenden Gewebes. In den Blutgefäßen waren starke Anhäufungen von Bakterien vorhanden.

Zu c: Am ersten Tage waren die Bakterien in geringer Tiefe ins Sarkolemm eingedrungen und hatten sich am 3. Tag über das

ganze Gewebe verbreitet. Eine deutliche Vermehrung war nicht mehr erkennbar.

Die Eindringungsgeschwindigkeit betrug:

in	1	3	5	7	9	11	13	15 Tagen
bei a	—	—	—	0,1	0,3	0,6	1	1,2 mm
„ b	0,2	0,4	0,8	1	1,2	1,6	2,5	— „
„ c	0,5	2,5	3	—	—	—	—	— „

Die durchschnittliche Zahl der Proteusbakterien je Gesichtsfeld:

nach	1	3	5	7	9	11	13	15 Tagen
bei a	—	—	—	0,1	1	10	13	15 Keime
„ b	2	2,5	3	3,5	4	12	25	40 „
„ c	1	110	120	115	—	—	—	— „

3. Leber.

In histologischer Hinsicht:

Bei a (Kühlschrank): Die innerhalb von 24 Stunden eingetretene Trübung und Ausfällung des Protoplasmas setzte sich mit Austritt eines Teiles desselben unter Schrumpfung des gesamten Gewebes fort. Nach 5 Tagen lösten sich die ersten Zellen aus dem Zusammenhang. Unter Verlust der Zellwände wurden sie weiter zersetzt, so daß nach 11 Tagen nur noch stellenweise das Gewebe, dessen Zellkerne verschwunden waren, erkennbar war. Nach 15 Tagen war die Auflösung vollständig.

Bei b (18—22° C): Durch starke Quellung und Einwirkung der Bakterien war der Zusammenhang der einzelnen Zellen am 3. Tag teilweise und am 5. Tag vollständig gelöst. Das Protoplasma hatte das Zellinnere verlassen. Die Kerne lösten sich am 9. Tag auf, und die Überreste des Gewebes schrumpften. Ein Teil desselben war ganz aufgelöst und verschwunden.

Bei c (37° C): Bei dieser Temperatur war die Schrumpfung auf die Hälfte des Volumens auffallend. Die Auflösung und Zerstörung schritt von außen nach innen gleichmäßig fort.

In bakterioskopischer Hinsicht:

Zu a: In den Außenteilen, wo die Serosa fehlte, sind die Bakterien in den ersten Tagen sichtbar. Sie drangen unter Auflösung der Leberzellen in den Kapillaren und Gallengängen langsam weiter ein. Am 11. Tage trat eine sichtbare Vermehrung ein, bei der sie auch die Serosa befielen. In den zersetzten Innenteilen waren keine Bakterien zu erkennen.

Zu b: Die Bakterien drangen in die Blutgefäße und Gallengänge ein, verschonten aber das Parenchym bis zum 11. Tage, an dem sie dann das Gesamtgewebe überschwemmten. Sie lagen vorher nestweise in den Überresten der aufgelösten Zellen und im Interstitium. Die Zahl hielt sich etwa auf gleichbleibender

Höhe und nahm trotz der Ausbreitung über das Parenchym nicht zu.

Zu c: In den Gallengängen und Blutgefäßen waren sehr große Nester anzutreffen. Das Parenchym blieb frei. Nach 5 Tagen war eine Abnahme der Bakterienzahl festzustellen.

Die Eindringungsgeschwindigkeit betrug:

in	1	3	5	7	9	11	13	15 Tagen
bei a	0,05	0,1	0,2	0,8	1	1,2	1,3	— mm
„ b	0,8	1,4	2,5	4	5	—	—	— „
„ c	0,8	—	3	—	—	—	—	— „

Die durchschnittliche Zahl der Proteusbakterien je Gesichtsfeld:

nach	1	3	5	7	9	11	13	15 Tagen
bei a	0,01	0,1	1	1,5	2	15	18	— Keime
„ b	8	25	30	32	40	35	30	30 „
„ c	40	—	30	—	—	—	—	— „

4. Lunge.

In histologischer Hinsicht:

Bei a (Kühlschrank): Durch die am 3. Tag fortschreitende Auflösung von Bestandteilen der Zellwände und deren Durchlässigwerden für den Zellinhalt verloren die Zellen mehr und mehr ihr Plasma, und die gelockerten Überreste schrumpften zusammen. Das Plasma sah vakuolenhaltig aus. Es lösten sich einzelne Zellen aus dem Zusammenhang, der im allgemeinen bis zum 17. Tag erhalten blieb. Das Bindegewebe war sehr wenig verändert.

Bei b (18—22° C): Derselbe Schrumpfungsvorgang begann am 5. Tag. Nach 11 Tagen setzte eine starke Auflösung in Einzelzellen ein. Die einzeln liegenden Zellen lösten sich weiter auf, so daß am 15. Tag nur noch das Bindegewebsgerüst bestehengeblieben war, in dessen Maschen Zelltrümmer lagen.

Bei c (37° C): Nach 24 Stunden befand sich ein Teil des Protoplasmas außerhalb der Zellen. Das Gewebe war geschrumpft. Am 3. Tag enthielt das sich auflösende Bindegewebe noch Trümmer der Epithelien. Nach 7 Tagen waren Einzelheiten nicht mehr deutlich erkennbar.

In bakterioskopischer Hinsicht:

Zu a: Einzelne Bakterien drangen am Rand, wo die Pleura visceralis fehlte, in die Alveolen ein. Sie durchdrangen die Pleura aber erst nach 7 Tagen. Am 9. Tage hatten sie sich über das vorhandene Gewebe ausgebreitet und in Nestform stark vermehrt. Im Blutgerinnsel waren besonders große Mengen zu finden. Die Bakterien lagen sowohl innerhalb wie außerhalb der Zellen.

Zu b: Nach 24 Stunden ein ähnliches Bild wie zu a; jedoch bildeten hier die Gefäße den Hauptweg ins Innere. Der Ort der größten Vermehrung, die Pleura, war nach 5 Tagen an manchen

Stellen durchdrungen. Das Gewebe war zu dieser Zeit überwiegend von den Bakterien erfaßt. Nachdem die Bakterien bis zum 9. Tag im Bindegewebe und Protoplasma gelegen hatten, waren sie nach 11 Tagen in den bis zu einem gewissen Grad aufgelösten Zellen selbst zu finden. Ihre Zahl nahm nach 15 Tagen ab.

Zu c: In die von der Pleura nicht geschützten Teile drangen die Proteusbakterien in 24 Stunden schnell ein und befanden sich in den Blutgefäßen, den bindegewebigen Septen und dem ausgetretenen Protoplasma. Nach 3 Tagen waren alle Anteile des Gewebes mit Bakterien angefüllt und das Epithel bereits aufgelöst. Am 5. Tage war noch eine Vermehrung der Bakterien festzustellen, am 7. Tag infolge der Zersetzung nichts mehr erkennbar.

Die Eindringungsgeschwindigkeit betrug:

in	1	3	5	7	9	11	13	15	17	Tagen
bei a	0,05	0,1	0,15	1	4	4,5	—	—	—	mm
„ b	0,6	0,8	3	4	4,4	—	—	—	—	„
„ c	1	5	—	—	—	—	—	—	—	„

Die durchschnittliche Zahl der Proteusbakterien je Gesichtsfeld:

nach	1	3	5	7	9	11	13	15	17	Tagen
bei a	0,01	0,5	1	2	40	45	47	50	45	Keime
„ b	1	1,5	15	45	60	85	90	80	—	„
„ c	15	50	120	—	—	—	—	—	—	„

5. Niere.

In histologischer Hinsicht:

Bei a (Kühlschrank): Nachdem das körnig veränderte, vakuolenhaltige Protoplasma bereits nach 24 Stunden teilweise die gequollenen, zerfallenen Epithelien verlassen hatte, lösten sich die Zellen vom interstitiellen Bindegewebe und untereinander. Die Überreste ballten sich innerhalb des erhaltenen Bindegewebes zusammen. Einige Zellen wurden ganz aufgelöst und waren verschwunden. Die Rinde war stärker zersetzt als das Mark. Die Kerne waren bis zum 9. Tag sichtbar. Nach 17 Tagen war eine völlige Auflösung des Organs eingetreten.

Bei b (18—22° C): Die Glomeruli waren am ersten Tag zerstört und aus den Epithelien war wie bei a Protoplasma ausgetreten. Am 3. Tag setzte eine schnelle, fortschreitende Auflösung ein, so daß am 7. Tag die Epitheltrümmer im Interstitium lagen. Auch dieses wurde am 9. Tag zersetzt. Alsdann war nichts mehr zu unterscheiden.

Bei c (37° C): Die Auflösung des gesamten Epithels war nach 24 Stunden fast vollendet. Die Überreste lagen zusammengeballt im erhaltenen, aber geschrumpften Bindegewebe. Nach 5 Tagen waren nur regellose Haufen vorhanden.

In bakterioskopischer Hinsicht:

Zu a: Einige Bakterien waren nach 3 Tagen in dem Kapselbindegewebe vorhanden, das sie erst nach 9 Tagen durchdrangen. Hier vermehrten sie sich und traten am 13. Tage einzeln im Bindegewebe und ausgetretenen Protoplasma auf. Sie waren regellos über das gesamte Gewebe verteilt.

Zu b: Die Kapsel wurde nach 3 Tagen durchdrungen, wobei sich im aufgelösten Epithel und im Instertitium größere Nester bildeten. Da die Konzentration hinter der Kapsel nicht so hoch war, müssen die Bakterien von der Kapsel aufgehalten worden sein. Nach 7 Tagen stellte sich, soweit erkennbar, eine auffallende Abnahme der Bakterien ein, die wieder mehr einzeln, ohne Bevorzugung bestimmter Gewebsteile lagen.

Zu c: Nach 24 Stunden waren die Bakterien in den Blutgefäßen weit ins Innere gelangt. An der Oberfläche war die Zahl am größten und die Zerstörung am weitesten fortgeschritten. Doch befanden sich die Bakterien auch im Bindegewebe und im ausgetretenen Protoplasma. Nach 3 Tagen waren sie in den Trümmern nicht mehr erkennbar.

Die Eindringungsgeschwindigkeit betrug:

in	1	3	5	7	9	11	13	15	17	Tagen
bei a	—	0,1	0,8	0,9	2	4	—	—	—	mm
„ b	0,5	1,7	3	5	—	—	—	—	—	„
„ c	4	—	—	—	—	—	—	—	—	„

Die durchschnittliche Zahl der Proteusbakterien je Gesichtsfeld:

nach	1	3	5	7	9	11	13	15	17	Tagen
bei a	—	0,5	1	1,4	2	2,2	3	8	15	Keime
„ b	22	47	50	10	—	—	—	—	—	„
„ c	42	—	—	—	—	—	—	—	—	„

Zusammenfassung.

Das Protoplasma der Parenchymzellen nimmt ein körnig-trübes Aussehen an und verläßt entsprechend der steigenden Temperatur mit wachsender Geschwindigkeit die Zellen, deren Wände aufgelöst werden. Die Zellen verlieren den Zusammenhang und lösen sich vom interstitiellen Bindegewebe ab, wobei sie weiter zerstört werden. Das gequollene Bindegewebe verschwindet vielfach, da es anscheinend zum Teil als Nährboden dient oder der Autolyse anheimfällt.

Die Erhaltung der Gewebe ist bei Kühlschranktemperatur am besten. Bei den übrigen Temperaturen ist die Eiweißzersetzung schon an dem üblen Geruch äußerlich sinnfällig festzustellen. Bei 37° C schrumpften die Organe bis zur Hälfte zusammen (Muskel, Leber, Lunge), was seinen Grund in der erhöhten Stoffwechseltätigkeit und den bei dieser Temperatur am besten wirkenden proteolytischen Fermenten der Bakterien haben dürfte.

Das Bact. proteus vulgaris greift auch das Sarkolemm an, was bei Versuchsreihe I und II nicht der Fall ist. Das ursprüngliche Gewebe ist meist schon vor Schluß der Versuche weitgehend zerstört und aufgelöst.

Das Bact. proteus vulgaris findet die besten Eindringungsmöglichkeiten ins Innere im Bindegewebe und den natürlichen Wegen (Blutgefäßen, Gallengängen und Nierenkanälen). Erst nach Auflösung der Zellwände sind Bakterien in den Parenchymzellen zu finden, während sie vorher in dem aus diesen ausgetretenen Protoplasma in den vorgebildeten Zwischenräumen liegen.

Die Eindringungsgeschwindigkeit der Proteusbakterien steigt mit der Temperatur und ist bei den verschiedenen Organen verschieden groß, aber auch im allgemeinen größer als bei Versuchsreihe I und II. Sie beträgt bei Kühlschranktemperatur bei Lunge und Niere bereits in 11 Tagen 4 mm, bei Muskel in 17 Tagen 4 mm, bei 18—22° C nach 7 Tagen durchschnittlich 4 mm, bei 37° C nach 2 Tagen 5 mm. Die Keimzahl ist bei Kühlschranktemperatur etwa gleichmäßig niedrig, steigt aber nach 11 Tagen merkbar an. Bei 18—22° C findet teilweise eine gleichmäßige Vermehrung statt (Muskel, Leber, Niere), die nach 9 Tagen aufhört und einer Verminderung Platz macht. Zum Teil bleibt die Bakterienzahl bei Herz und Lunge bis zum 11. Tag bzw. 5. Tag gering, um dann hinaufzuschnellen und die gleichhohe Konzentration der übrigen Organe zu erreichen. Bei 37° C ist die Zahl nach 24 Stunden im Vergleich zu den anderen Temperaturen sehr hoch.

Ergebnis.

Das Verhalten des Gewebes in den ersten Tagen nach Entfernung aus dem lebenden Organismus und Einlegen in die Bakterienaufschwemmung läßt darauf schließen, daß durch den wenig veränderten Zustand der Zellbestandteile oder durch darin vorhandene Kräfte den Bakterien der Eintritt ins Innere verwehrt wird. Es handelt sich dabei wohl um bakterizide Kräfte; denn nur einzelnen Bakterien, welche im weiteren Verlauf entweder wieder verschwinden oder sich unter Zerstörung des Gewebes vermehren, gelingt es, sich auf den Organen anzusiedeln. Die in der Aufschwemmung vorhandene hohe Konzentration von Bakterien macht sich nicht besonders bemerkbar, da man nirgends entsprechende Mengen von Bakterien in den Organen findet. Nur die wenigen Bakterien, die mit den Organstücken in Berührung kommen und die die Zeit, innerhalb welcher das Gewebe widerstandslos wird, überstehen, können sich später vermehren. Die auflösenden Prozesse, die sich bei den verschiedenen Parenchymarten zuerst durch die Ausfällung des Protoplasma bemerkbar machen, schreiten über

die Auflösung eines Teiles der Zellmembranen, die plasmadurchlässig werden, fort bis zur Auflösung der ganzen Zellen. Die Zellkerne lösen sich auf; zurück bleiben nur zertrümmerte Überreste des ehemaligen Gewebes. Das Bindegewebe ist mit seinen elastischen Fasern am widerstandsfähigsten und bleibt am längsten erhalten, teilweise als Gerüst, das aber seine Festigkeit verliert. Der Herzmuskel setzt der Auflösung als Organ den größten Widerstand entgegen, während die Auflösung des Skelettmuskels eher gelingt. Die übrigen Organe zerfallen infolge ihrer höheren Organisation und ihres lockeren Gefüges schneller. Die autolytischen Prozesse werden von der Einwirkung der Bakterien begleitet und durch sie beschleunigt. Die Beschleunigung wächst mit steigender Temperatur. Das Bact. proteus besitzt von den 3 von uns untersuchten Bakterienarten die stärksten eiweißzersetzenden Fähigkeiten; doch müssen auch bei den übrigen gewisse Fermente vorhanden sein, die in derselben Richtung wirken. Zufällig mit hineingelangte Heubazillen verhalten sich in unserm Falle in gleicher Weise. Sie haben im Zusammenwirken mit den Versuchsmikroben den Zersetzungsvorgang besonders beschleunigt. Bei zu starker Zersetzung des Gewebes verschwinden die Bakterien, die zufällig hineingelangten Heubazillen versporen sich. Die eigenen Stoffwechselprodukte und die zu weit fortgeschrittene Gewebszersetzung rauben ihnen die Lebensmöglichkeiten.

Bis zu einem gewissen Zeitpunkt bzw. Zustand des Gewebes, der je nach Temperatur, Organ und Bakterienart verschieden ist, liegen die Bakterien einzeln an der Oberfläche der in der Bakterienaufschwemmung befindlichen Organstücke. Die dann einsetzende plötzlich starke Vermehrung und das Eindringen der Bakterien in die Gewebe ist bemerkenswert; denn das äußere Aussehen des Gewebes zeigt noch keine so sichtbare Zersetzung, die dieses plötzliche Verhalten der Bakterien verständlich machen könnte. Die bis dahin wirksamen Schutzkräfte des Gewebes müssen zu diesem Zeitpunkt aufgebraucht sein und den angreifenden Fermenten der Bakterien keinen Widerstand mehr entgegensetzen. Die anschließende weitestgehende Durchsetzung des Gewebes mit Bakterien ist dann durch deren direkte Einwirkung erklärlich. Die Ausbreitung geschieht sowohl einzelliegend als auch nestförmig und hält sich an gewisse Regeln. Nachdem die Widerstandsfähigkeit des Gewebes gebrochen ist, tritt die Vermehrung der Bakterien in beschleunigter Form ein. Das gesamte Gewebe wird unter Auflösung und unter Verlust der Struktur von Bakterien überschwemmt, ohne daß anscheinend bestimmte Bestandteile des Gewebes als Nährboden bevorzugt werden. Die bindegewebigen Umhüllungen der einzelnen Organe, wie Pleura visceralis, Nieren- oder Leberkapsel, schützen das dahinterliegende Gewebe vor dem schnellen Eindringen der Bak-

terien. Wenn diese durchwuchert oder aufgelöst sind, steht den Bakterien kein weiteres Hindernis entgegen. Auf den von der Natur vorgezeichneten Wegen, wie Blutgefäßen, dringen sie am schnellsten und weitesten ein. Gallenwege und Nierenkanälchen kommen erst in zweiter Linie in Frage. Das Bindegewebe als Nährboden bietet wegen seines lockeren Aufbaues die günstigste Möglichkeit ins Gewebe selbst zu gelangen, die auch immer benutzt wird. In den Fascien sind die Bakterien zuerst anzutreffen. Durch sie hindurch dringen sie am ersten in den Muskel ein und verbreiten sich von dort ins Sarkolemm. Einzelnen Bakterien, deren Vitalität wohl größer ist, gelingt es schneller und weiter einzudringen als der Hauptmasse, die gleichmäßig von allen Seiten vorgeht und jedesmal zunächst die nächstliegenden Anteile befällt. In Parenchymzellen sind die Bakterien seltener zu finden, meist erst dann, wenn einige Bestandteile der Zellwände aufgelöst sind oder die Zellen ganz zertrümmert sind. Das kollagene Bindegewebe besitzt einen sehr starken Widerstand gegen jegliches Eindringen und wird erst nach fortgeschrittener Zersetzung befallen.

Die Eindringungsgeschwindigkeit geht mit einigen Abweichungen der Vermehrung parallel und wird mit zunehmender Temperatur gleichmäßig größer. Bei Versuchsreihe II und III ist sie bei 4—5° C schon verhältnismäßig groß. Sie ist abhängig von der Gewebs- und Bakterienart.

Die von uns gemessene größte zurückgelegte Entfernung beträgt:

1. für das Bact. coli commune:

bei	4— 5° C	2 mm	nach	13	Tagen	(Muskel, Lunge)
„	18—22° C	5 „	„	9	„	(bei allen Organen)
„	37° C	7,6 „	„	3	„	(Niere)

2. für das Bact. staphylococcus aureus:

bei	4— 5° C	5 mm	nach	9	Tagen	(Niere)
„	18—22° C	5 „	„	5	„	(Niere)
„	37° C	5 „	„	2	„	(Muskel, Niere, Leber)

3. für das Bact. proteus vulgaris:

bei	4— 5° C	4,5 mm	nach	9	Tagen	(Lunge, Niere)
„	18—22° C	5 „	„	7	„	(Niere)
„	37° C	4 „	„	1	„	„

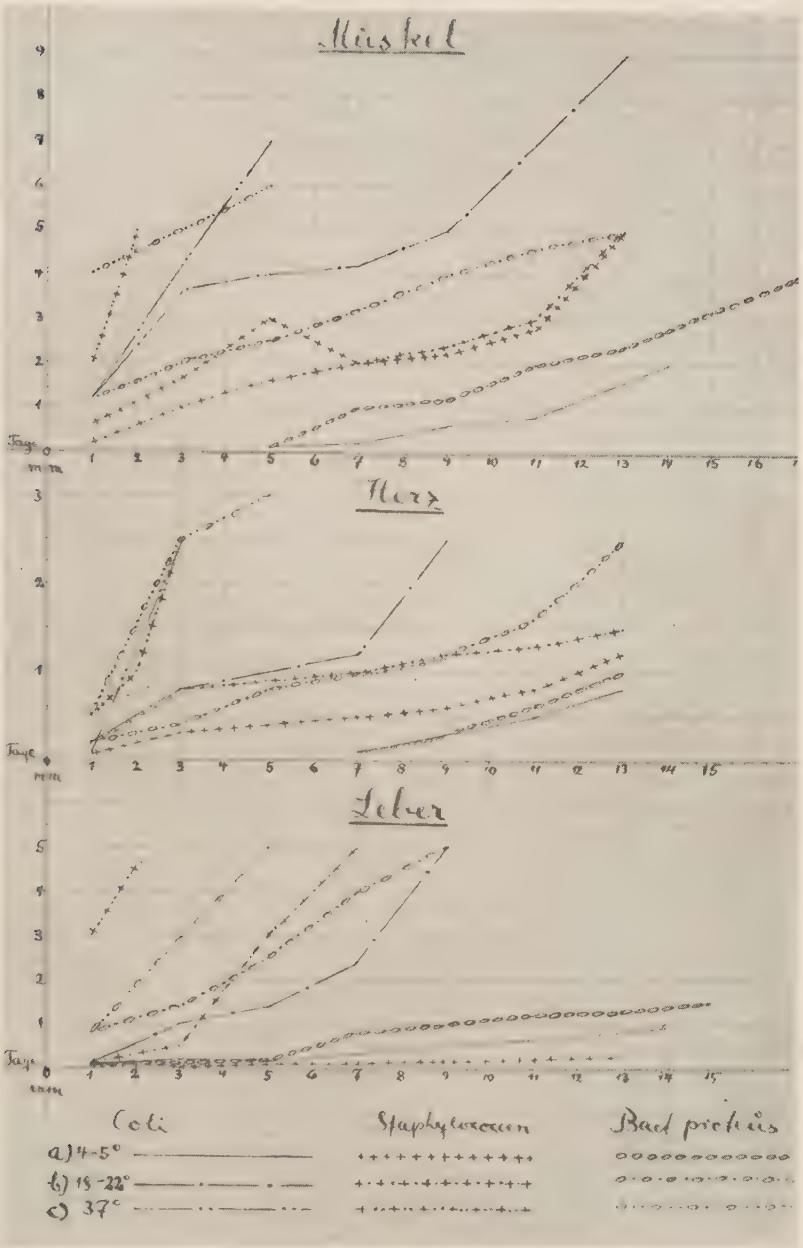
(Siehe auch die graphischen Darstellungen am Schluß der Arbeit)

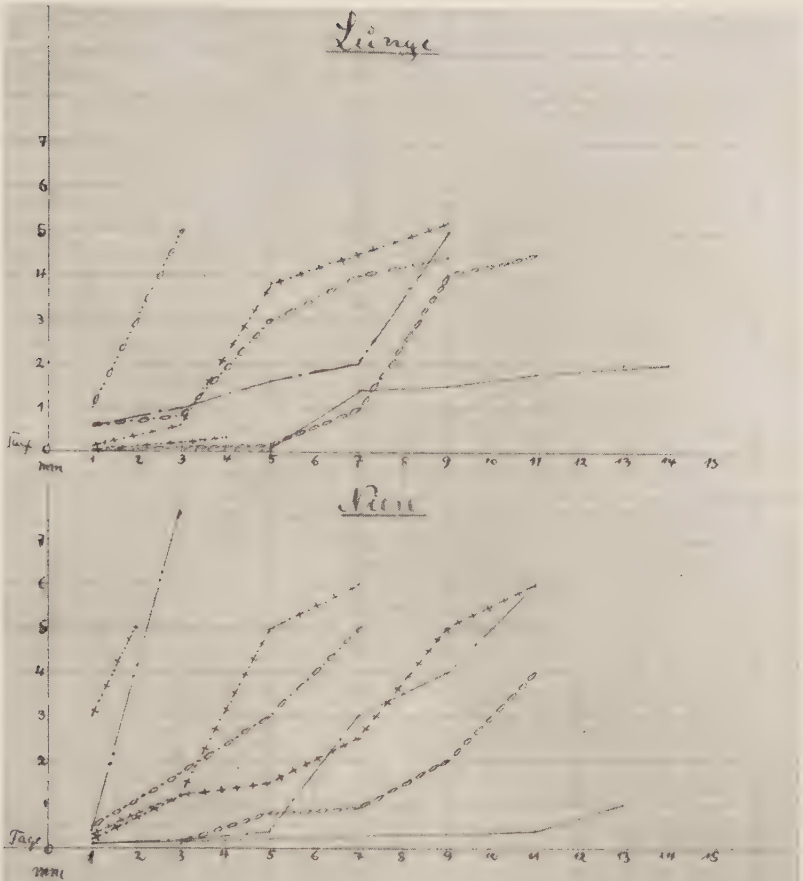
Schrifttum.

1. Basenau, Archiv für Hygiene, 1894, Bd. 35, S. 282.
2. Meyer-Neunkirchen, Zeitschrift für Fleisch- und Milchhygiene, Bd. XX, S. 109.
3. Amako, Zeitschrift für Hygiene und Infektion, Bd. 66.
4. v. Ostertag, Handbuch der Fleischbeschau, Bd. 2.
5. Mayer, Eugen, Hygienische Rundschau, Bd. XI, H. 18.
6. Zeller u. Beller, Zeitschrift für Fleisch- und Milchhygiene, Jahrg. 40, Heft 12.
7. Marxer, Beitrag zur Frage des Bakteriengehaltes und der Haltbarkeit des Fleisches bei gewöhnlicher Aufbewahrung. Med. vet. Dissertation, Bern 1903.
8. Brekenfeld, Archiv für Hygiene u. Bakteriologie, 1932, Heft 3/4.
9. Grunt, Zeitschrift für Fleisch- u. Milchhygiene, Bd. XXIII, Heft 9.
10. Remmeler, Fleisch- und Milchhygiene, Bd. XX, S. 115.
11. Brekenfeld, Zentralblatt für Bakteriologie, Abt. II, 1928, Bd. 75.

Lebenslauf.

Ich wurde als Sohn des Kaufmannes Carl Ebell und seiner Ehefrau Charlotte, geb. Ostendorff, am 6. Juli 1911 zu Osnabrück geboren. Ich besuchte zunächst die Mittelschule, dann das Reformrealgymnasium. Die Reifeprüfung legte ich Ostern 1932 ab. Ich wandte mich dann dem medizinischen Studium an der Universität Freiburg und Kiel zu, wo ich die ärztliche Vorprüfung Ende Juli 1934 bestand. Von November 1934 bis November 1935 diente ich freiwillig bei der 2. I.R. 5 in Stettin und wurde dann als Sanitätsoffiziersanwärter vom Heer übernommen. Die klinischen Semester belegte ich in Königsberg (1) und die übrigen an der Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin. Das Staatsexamen beendete ich dort am 27. Juli 1938. Zur Ableistung des praktischen Jahres wurde ich an die Militärärztliche Akademie versetzt und war in der II. Medizinischen Klinik (Prof. Bergmann) und in der Universitätsfrauenklinik (Prof. Stoeckel) tätig. Ich befinde mich zur Zeit am Diakonissen-Krankenhaus Bethanien.


Muskel
Tage
mm
Herz
Tage
mm
Leber
Tage
mm
Coli
Staphylococcen
Bact proteus
a) 4-5°
b) 18-22°
c) 37°



	Bact. coli	Haplobacteren	Bact. proteus
a) 4-5°	———	+ + + + + + + + + +	o o o o o o o o o o
b) 18-22°	——·——·——	+ · + · + · + · + · +	o · o · o · o · o · o
c) 37°	——··——	+ · · + · · + · · + · · +	o · · o · · o · · o · · o